

厦门大学 2013 SD 参赛作品建筑遮阳模拟分析^{*}

王 波^{1,2}, 郑婷婷¹

(1.厦门大学 建筑与土木工程学院 福建 厦门 361005;

2.厦门大学 能源研究院 福建 厦门 361005)

摘要: 建筑外门窗是建筑围护结构的重要组成部分,也是建筑热量损失与接收的薄弱环节。外窗不仅是建筑在采光通风功能上的需要,也是人与外环境沟通必不可少的通道。建筑遮阳是提高门窗在建筑围护中的热工性能的重要途径。结合 Ecotect 软件与厦门大学参加 2013 年国际太阳能竞赛(Solar Decathlon)的参赛方案,探讨了建筑遮阳对室内热环境的影响,以及不同形式遮阳对太阳辐射热的遮挡效果的差异。

关键词: 建筑遮阳; 室内热环境; 太阳能竞赛; Ecotect

中图分类号: TU226 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-7237(2014)02-0041-03

Simulation Analysis for Shading of Xiamen University's Entries in Solar Decathlon China 2013

WANG Bo^{1,2}, ZHENG Ting-ting¹

(1.School of Energy Research, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian, China;

2.Architectural and Civil Engineer school, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian, China)

Abstract: Doors and windows are important components of building envelopes, which are also the weak parts of the heat loss and receiving. The window is not only the needs of the lighting and ventilation, but also the essential channel for communicating with external environment. Architectural shading is a crucial way to improve the thermal performance of windows and doors in the building envelope. Combining software Ecotect with the scheme of Xiamen University's entries in Solar Decathlon China 2013, the shading effects on indoor thermal environment are expounded, as well as the shielding effect of various forms of shading on solar radiation.

Keywords: building shading; indoor thermal environment; Solar Decathlon; Ecotect

0 引言

随着科学技术的发展和人们生活水平的不断提高,以及近年来气候的逐渐恶化,人们越来越趋向于采用制冷和采暖措施来抵抗极端恶劣的气候,以维持身体处于一个“温和”的室内环境中。夏季空调制冷从南方不断向北方严寒地区渗透;同样的,冬季建筑采暖也从严寒的北方地区向南方地区蔓延。建筑能耗已占据总能耗的绝大部分,如何降低建筑能耗成为一个迫切期待解决的问题。

建筑外门窗是建筑围护结构的重要组成部分,也是建筑热量损失与接收的薄弱环节。外窗不仅是建筑在采光通风功能上的需要,也是人与外环境沟通必不可少的通道。建筑遮阳是提高门窗在建筑围护结构中

的热工性能的重要途径,对于降低夏季制冷与北方冬季采暖能耗都起到积极的作用,是以人为本的设计准则与可持续发展原则的共同体。如果能在设计阶段预估出建筑遮阳对室内热环境的影响,以及不同形式遮阳对太阳辐射热的遮挡效果的差异,那么最终决定用何种遮阳形式就不再成为一个难题。本文旨在结合 Ecotect 软件与厦门大学参加 2013 年国际太阳能竞赛(Solar Decathlon)的参赛方案探讨建筑遮阳对室内热环境的影响。

1 竞赛方案介绍

方案是为参加国际太阳能十项全能竞赛(Solar Decathlon, SD)设计的,SD 是由美国能源部发起并主办的,以全球高校为参赛单位的太阳能建筑科技竞赛。目的是借助世界顶尖研发、设计团队的技术与创意,将太阳能、节能与建筑设计以一体化的新方式紧

收稿日期 2013-09-17; 修回日期 2013-10-15

^{*} 基金项目 福建省经贸委课题 绿色建筑一体化研究

密结合,设计、建造并运行一座功能完善、舒适、宜居、具有可持续性的太阳能居住空间,从而证明单纯依靠太阳能的住宅,一样可以是功能完善、舒适、具有可持续性的居住空间。此次竞赛在山西大同举行,各参赛队于8月份正式搭建房屋,房屋搭建完成后,人员入住,并进行为期一周的各项指标的测试工作。竞赛要求所有生活用电全部来自太阳能,房屋的舒适性也有量化的要求,如室内温度控制在 25°C 左右,湿度控制在60%以下等。竞赛在能耗方面具有严格规定,所以,我们希望通过建筑方案设计和模拟分析最大限度地减少建筑能耗。在建筑设计上,主要通过遮阳(模拟的遮阳均指外遮阳)设计来降低室内热度,这也是方案设计的重点。通过应用Ecotect模拟改变遮阳设计对室内采光及接收太阳辐射的影响来确定最终方案。

通过对比方案有无遮阳措施对室内热环境的影响来探讨建筑遮阳对室内热环境和室内采光的影响。

图1为建成后的实景照片。图2为施工过程中外遮阳的实景照片,主要是结合屋面光伏板遮阳构件做四面挑出构架遮阳。图3为从中庭向外观察天窗外做的软性遮阳。方案无遮阳时,即撤销四面的光伏板遮阳构架,中庭不做遮阳措施,如图4所示。

2 模拟过程

2.1 模拟背景

建筑方案最终比赛地点是在山西大同,所以,模拟的气候数据参照大同的气候条件。大同市位于山西

省北部,地处黄土高原东北边缘。地理坐标为东经 $112^{\circ}34' \sim 114^{\circ}33'$,北纬 $39^{\circ}03' \sim 40^{\circ}44'$ 之间,属于温带大陆性季风气候区。在光环境方面,大同属于II级气候区。因为比赛是在夏季8月份,遮阳设计的地位就显得尤其重要。

2.2 模拟结果

模拟的参数参考夏季大同参数,时间为夏季8月8日。

2.2.1 方案有遮阳与无遮阳时的日均辐射总量(夏季)模拟结果

方案有遮阳与无遮阳时的日均辐射总量(夏季)模拟结果的对比如图5所示。

将图5(a)与(b)对比,建筑主要受阳面在南面(此图南面为图下侧),西晒和中庭的天窗也是室内得热的重要来源,遮阳的主要设施也在这三部分,有无遮阳对卧室、客厅和厨房餐厅部分影响较大。关于建筑整体受夏季日辐射总量,建筑室内在有遮阳时最小值为 0 Wh ,而无遮阳时最小值为 7 Wh ;有遮阳时最大值约为 $4\,050\text{ Wh}$,而无遮阳时最小值约为 $5\,047\text{ Wh}$ 。从模拟结果的数值上可以显示出有无遮阳对室内的影响效果。

对客厅和卧室部分的辐射影响,有遮阳与无遮阳对比时,主要影响的是客厅和卧室的南向,有遮阳时只有在窗口附近出现辐射变化波动,而在撤销南向的光伏板支撑遮阳构件后,从图5(b)中可以看出,影响范围扩散到客厅和卧室南向的 1 m 左右(图中虚线正



图1 参赛作品建成后的实景照片



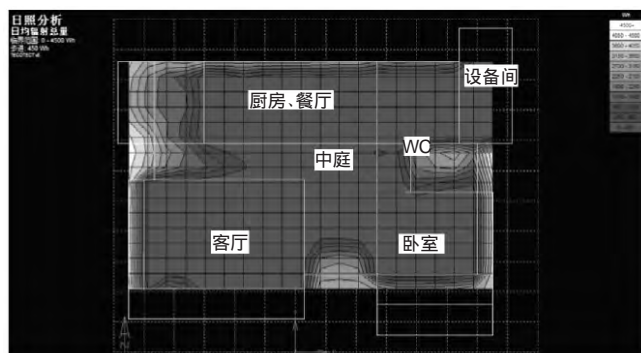
图2 参赛作品施工过程中外遮阳实景



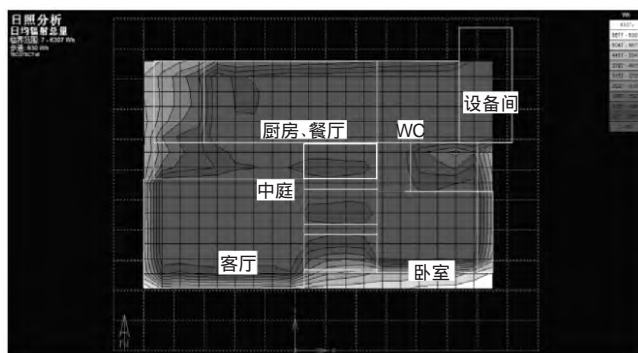
图3 中庭向上看天窗外软性遮阳的实景照片



图4 无遮阳方案效果图



(a)有遮阳



(b)无遮阳

图5 日均辐射总量(夏季)模拟

方形边长为1 m)。中庭区域的热辐射由于遮阳设施的有无变化十分明显,天窗有软性遮阳时,中庭区域的热辐射稳定在0~450 Wh,无遮阳措施时,在天窗正下方形成热辐射集中区,热辐射最大值高达1200 Wh左右。而厨房、餐厅的热辐射变化来自于西面的遮阳构件。

综上分析,可以得出遮阳设施对于室内热环境的影响是可观的,而且在建筑受太阳辐射强的面(南面和西面)表现得更加明显。

2.2.2 方案有遮阳与无遮阳时的采光系数(8月8日)模拟结果

方案有遮阳与无遮阳时的采光系数(8月8日)模拟结果的对比如图6所示。

我国对于室内精细工作的最低采光标准值的要求为采光系数2%,从图6可看出,有遮阳室内的平均采光系数在2%以上,无遮阳室内的平均采光系数在6%以上,两者都满足我国的最低采光标准。遮阳对客厅、卧室以及中庭部分的影响较大,尤其是中庭部分。

有遮阳时,室内平均采光系数较无遮阳时小,但波动较无遮阳时小,室内照度均匀度较高,能避免从照度较大区域进入到照度较小区域造成眼睛的不舒适(照度差过大容易引起眩光问题)。由此可以得出,遮

阳构件对于室内采光的影响也是很可观的,尤其是天窗,对室内采光效果的影响显著。

2.2.3 方案有无遮阳客厅区域内部得热对比

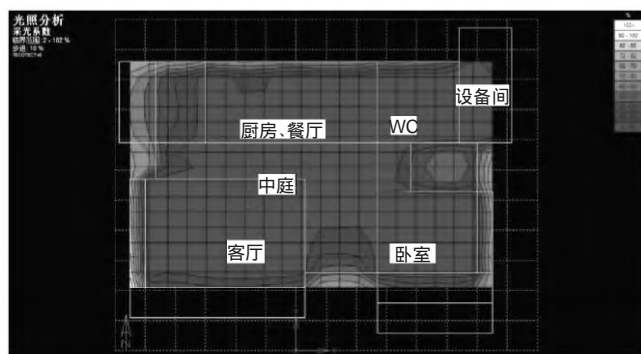
方案有无遮阳客厅区域内部得热对比如图7。

从图7可以观察出有无遮阳对客厅得热影响较大的月份是6、7、8三个月。例如在8月份的中午12:00,有遮阳时客厅区域内部得热量为26 W,无遮阳时客厅区域内部得热量为52 W,有无遮阳对室内得热的影响可见一斑。

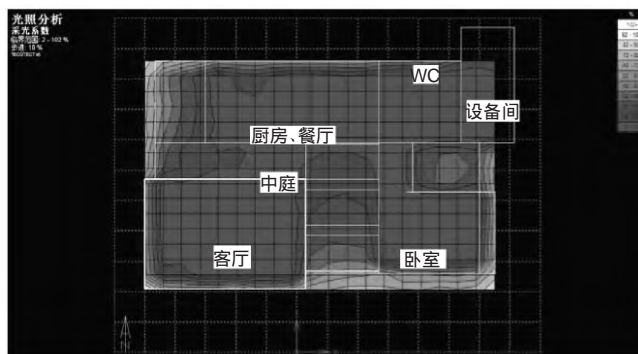
综上所述,结合图4和图5,可以得出建筑遮阳能够有效降低室内得热,在建筑南向与西向做建筑遮阳能够很好地降低室内热量,建筑遮阳对于室内采光也具有很大的影响,尤其是天窗,对室内采光效果的影响显著。

3 结语

从上述模拟结果分析中,建筑遮阳设施对于室内热环境和光环境都具有很大的影响。在建筑方案设计阶段,合理考虑建筑遮阳能够有效降低室内得热。应用Ecotect软件分析,更能够保证在有效遮阳的同时不影响室内采光环境。通过来回往复调整遮阳形式与开窗位置,观察模拟结果显示的室内采光效果和室内热环境,来反馈方案设计。利用Ecotect来指导、



(a)有遮阳



(b)无遮阳

图6 采光系数(8月8日)模拟

(下转第82页)

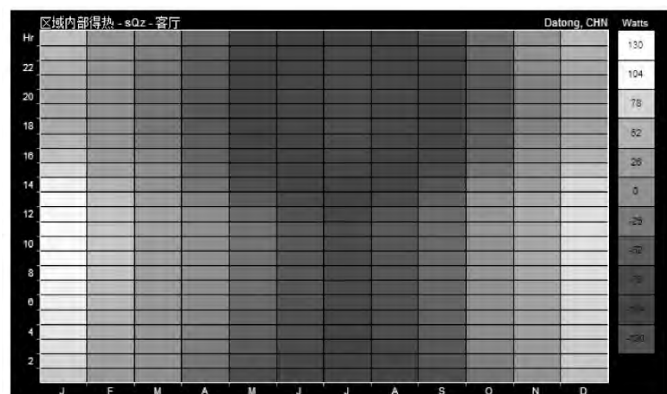
- [2]蔡向荣,王敏权,傅柏权.住宅建筑的碳排放量分析与节能减排措施[J].防灾减灾工程学报,2010,(S1):428-431.
- [3]李英子,张超.对我国建筑节能趋势的预测与分析[J].经济师,2010,(3):20-22.
- [4]王俊,徐伟,林海燕,等.建筑能耗现状与节能途径[J].中国科技成果,2006,(19):14-17.
- [5]李飞,崔胜辉,周健,等.厦门市民用建筑能耗分析[J].四川建筑科学研究,2012,(4):308-311.
- [6]齐晔.中国低碳发展报告:回顾“十一五”展望“十二五”[M].北京:社会科学文献出版社,2011:117-249.
- [7]甄兰平,李成.建筑耗能、环境与寿命周期节能设计[J].工业建筑,2003,(2):19-31.
- [8]Catarina Thormark. A low energy building in a lifecycle—its embodied energy, energy need for operation and recycling potential[J]. Building and Environment,2002,(37):429-435.
- [9]中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[1996-2012][R].北京:中国统计出版社.
- [10]顾道金,谷立静,朱颖心,等.建筑建造与运行能耗的对比分析[J].暖通空调,2007,(5):58-60.

- [11]陈曦,李思南.对中国房屋建筑能耗问题及对策的探讨[J].新农村(黑龙江),2012,(2):77.
- [12]于春刚.资源节约型城市与省地节能型住宅——我国城市住宅建设的主要发展方向[J].上海城市规划,2006,(2):47-49.
- [13]苏冰.中国建筑节能现状与趋势分析[J].经济研究导刊,2012,(19):27-28.
- [14]龙惟定,马素贞,白玮.我国住宅建筑节能潜力分析——除供暖外的住宅建筑能耗[J].暖通空调,2007,(5):47-50.
- [15]建设部政策研究中心课题组.全面小康社会居住目标:城镇人均住房面积 35 平米[N/OL].经济参考报,2004-06-16(16).[2013-11-08]. <http://www.china.com.cn/chinese/OP-c/587657.htm>.
- [16]李思堂,李惠强.住宅建筑施工初始能耗定量计算[J].华中科技大学学报(城市科学版),2005,(4):58-61.

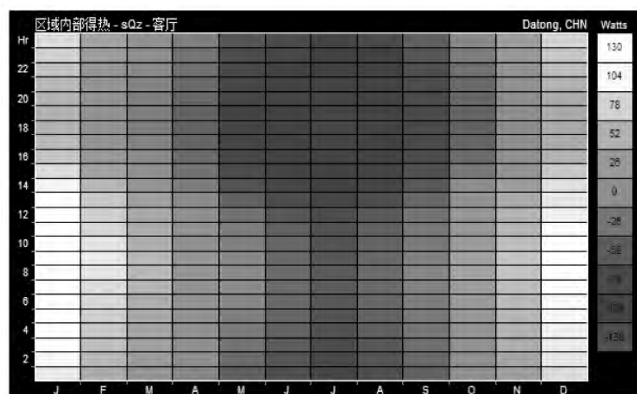
作者简介:李珊珊(1988),女,安徽桐城市人,硕士研究生,主要研究方向为环境污染控制与系统仿真(liss0702031009@126.com)。

通讯作者:吴开亚(1968),男,安徽省利辛县人,博士,主要研究方向为资源环境经济(wuky2000@163.com)。

(上接第 43 页)



(a)有遮阳



(b)无遮阳

图7 客厅的区域内部得热

验证以及反馈方案,以期方案设计能够使室内环境达到最舒适的状态。厦门大学参赛作品在强手如林的2013年国际太阳能竞赛当中,最终获得国内排名第三、国际排名第六的优异成绩,其中建筑遮阳设计无疑起到不可替代的重要作用。建筑遮阳是调节室内天然采光和太阳辐射、解决夏季室内过热的简洁适用的技术措施,值得提倡。

参考文献:

- [1]刘加平.建筑物理[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [2]中国气象局气象信息中心气象资料室,清华大学建筑技术科学系.

中国建筑热环境分析专用气象数据集[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.

- [3]李峥嵘,赵群,展磊.建筑遮阳与节能[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [4]杜峰,刘辉.建筑的天然采光与遮阳设计[J].住宅科技,2005,(12):25-27.
- [5]白胜芳,沈万夫.建筑遮阳与绿色建筑[C]//第六届国际绿色建筑与建筑节能大会论文集,2010.

作者简介:王波(1965),男,天津人,博士,副教授,注册建筑师,硕士生导师,从事城市生态环境与节能工作。